昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, July 2016, 59(7): 797 - 800 doi:10.16380/j.kcxb.2016.07.013

麦红吸浆虫成虫对线偏振光的趋性

蒋月丽，李　彤，巩中军，段　云，苗　进，武予清*

(河南省农业科学院植物保护研究所，河南省农作物病虫害防治重点实验室，
农业部华北南部有害生物治理重点实验室，郑州 450002)

摘要：【目的】本研究旨在探索麦红吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana* 对线偏振光的趋光效果。【方法】在室内采用自行设计的Y-型管装置，测试了麦红吸浆虫成虫对线偏振光与非偏振光的选择差异，并利用线偏振光诱捕装置进行了田间对比试验。【结果】结果显示，麦红吸浆虫成虫对线偏振光与非偏振光的趋光选择率分别为47.23%和20.31%，且二者之间差异显著；田间设置线偏振光与非偏振光紫外灯对麦红吸浆虫成虫的诱集量分别为：水平线偏振光(60.20) > 垂直线偏振光(37.60) > 非偏振光(25.60)，且水平线偏振光与非偏振光源对麦红吸浆虫的诱集量具有显著差异。【结论】麦红吸浆虫对线偏振光具有较强的偏好性；水平线偏振紫外光诱捕装置与非偏振相比，对麦红吸浆虫有较强的诱集效果。

关键词：麦红吸浆虫；线偏振光；非偏振光；行为；趋光率

中图分类号：Q966　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**0454-6296(2016)07-0797-04

Phototaxis of *Sitodiplosis mosellana* (Diptera: Cecidomyiidae) adults to linearly polarized light

JIANG Yue-Li, LI Tong, GONG Zhong-Jun, DUAN Yun, MIAO Jin, WU Yu-Qing* (Henan Key Laboratory of Crop Pests Control of Henan Province, IPM Key Laboratory in South of North-China, Ministry of Agriculture, Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract:【Aim】This study aims to explore the phototaxis of *Sitodiplosis mosellana* adults to linearly polarized light.【Methods】The phototatic rate of *S. mosellana* adults to the linearly polarized and unpolarized light was tested with a self-designed Y-tube device in the laboratory. Field tests were also carried out to compare the numbers of *S. mosellana* adults trapped by the linearly polarized and unpolarized UV light traps.【Results】The results showed that the phototatic rates of *S. mosellana* adults to linearly polarized and unpolarized light were 47.23% and 20.31%, respectively, with obvious difference between them. The highest number of *S. mosellana* adults (60.20) was trapped by horizontally linearly polarized light, and then by vertical linearly polarized light (37.60) and by unpolarized light (25.60), and there was obvious difference between the numbers of adults trapped by horizontally linearly polarized light and by unpolarized light.【Conclusion】The preference of *S. mosellana* to linearly polarized light is stronger than to unpolarized light. Horizontally linearly polarized UV light shows significantly higher trapping efficiency to *S. mosellana* than unpolarized light.

Key words: *Sitodiplosis mosellana*; linearly polarized light; unpolarized light; behavior; phototatic rate

基金项目：河南省重大科技专项(141100111100)；国家小麦产业技术体系(CARS-03)

作者简介：蒋月丽，女，1982年生，河南杞县人，博士，助理研究员，研究方向为昆虫生态学，E-mail: yueli006@126.com

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: yuqingwu36@hotmail.com

收稿日期 Received: 2016-04-01；接受日期 Accepted: 2016-06-19

麦红吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana* 属于双翅目瘿蚊科,是我国冬麦区的主要害虫。由于麦红吸浆虫具有虫体小,滞育时间长,田间分布呈岛屿型和为害隐蔽等特点(Wise and Lamb, 2004; Liatukas *et al*., 2009; 郁振兴等, 2011),造成防治困难,长期以来一直是威胁小麦生产的重要害虫之一。近年来,由于全球气候变化和耕作制度改变等因素的影响,麦红吸浆虫在世界上多个国家的发生危害有显著回升的趋势,而在我国的发生危害情况变化更加明显(乔日红, 2007; Liatukas *et al*., 2009; 张智等, 2012)。与 20 世纪 50 年代相比,近 30 年来麦红吸浆虫在我国的发生范围发生了很大的变化。山东临沂、北京房山和天津宝坻等过去未曾发生为害的地区也成了麦红吸浆虫的新发生区。因此小麦吸浆虫的防控已成为我国小麦安全生产的重要工作(武予清等, 2011)。

利用昆虫视觉系统对光信号的响应特性在害虫防治方面的应用已具有悠久的历史。目前,针对夜出型害虫的监测和防治,主要是利用黑光灯、高压汞灯和频振式杀虫灯等的诱集,而物体的反射光谱(俗称"颜色")则是日出型昆虫选择寄主时利用的主要刺激之一。麦红吸浆虫具有昏出习性,利用其视觉对光信号的响应特性的监测和防治手段既可采用色板诱集,比如黄色粘板等(Oakley *et al*., 1998; Lamb *et al*., 2002; 武予清等, 2009),也可采用黑光灯在夜间诱集(陈华爽等, 2011)。然而,色板诱集作为监测手段效果较好,防治小麦吸浆虫的作用有限,黑光灯诱集的广谱性会杀伤大量的天敌和中性昆虫,对生态平衡造成一定的破坏。

昆虫对光的感受包括 3 个特性:波长、光强和偏振(Warrant *et al*., 2014),而其中光的偏振可分为圆偏振和线偏振。众多研究表明,偏振光与昆虫行为有着密切的关系(蒋月丽等, 2012),其中水生昆虫一般对线偏振光表现出明显的趋性,如摇蚊科昆虫等,Danthanarayana 和 Dashper(1986)研究认为,双翅目昆虫尤其是摇蚊科昆虫对水平线偏振光的趋性与其他光相比表现出更强的趋光效果,而鞘翅目、半翅目、膜翅目和脉翅目昆虫对其趋性却不明显。近年来,有研究者相继报道了雌性摇蚊对水平线偏振光具有很强的趋光效果(Horváth *et al*., 2011)。受此启发,我们思考由水生昆虫衍生而来的麦红吸浆虫(武予清等,2011)是否会对水平线偏振光具有较好的趋光效果?为此,我们探索性开展了麦红吸浆虫对线偏振光趋性的效果研究。现将初步研究结果做一简要报道。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

虫源采自河南新乡卫辉市发生严重的田块,挖土块带回春化室,低温 3 个月以上移至人工气候室(温度 20℃左右,相对湿度 75%左右,光周期 8L: 16D),出土羽化,羽化后挑选活泼健壮的吸浆虫成虫备用。

1.2 室内线偏振光趋性试验

1.2.1 试验装置:Y-型管为自行设计,由变阻器、光源、偏振片、透明塑料胶片、光路和硅橡胶塞接口 6 部分组成(图 1)。Y-型玻璃管直径为 4 cm,主臂和试臂长均为 25 cm,两试臂夹角 60°。变阻器:3 A,5 Ω的滑动变阻器。光源和光路:采用功率 50 W 的 JDRG×5.3 型溴钨灯(OSRAM,德国西门子集团)作为光源,该光源能辐射出波长 300 ~ 2 500 nm 的光谱,与变阻箱串联以调控出射光强。将溴钨灯珠插入灯口,后固定于钢管一端,钢管筒状部分长 15 cm,钢管左侧与放置线偏振片和透明塑料胶片的硅橡胶接口相连。硅橡胶塞中间沿轴心方向打孔,孔径 2 cm。线偏振片由日东光电提供,其透光率 38%,偏光率 99.98%。对照臂中的光源与试臂的光源相同,但未进行线偏振处理。



图 1 Y-型管装置

Fig. 1 Y-tube device

1.2.2 麦红吸浆虫对线偏振光趋性的室内行为测定:调节变阻器,使两个试臂管射出的光强度大小基本一致。试虫释放前打开电源预热 10 min。将羽化不久的麦红吸浆虫,置入 2 mL 的圆头离心管,每管 4 头,避光 1 h 后,将离心管口打开,直接放入主臂释放区,每次放入麦红吸浆虫成虫 5 管 20 头,重复 20 次。Y-型玻璃管外包遮光布,以使管内处于完全黑

暗状态，试验在暗室（室内温度 25℃左右）中进行，30 min 后，打开遮光布，调查统计两个试臂中麦红吸浆虫成虫数量。

1.3　线偏振光诱捕装置对麦红吸浆虫的田间诱集试验

1.3.1　试验器材：太阳能诱虫灯，由河南省天意公司提供；黄色粘虫板（规格：24 cm × 20 cm），由佳多科工贸有限公司提供；线偏振片，其透光率 38%，偏光率 99.98%；滑动变阻器；照度计。

1.3.2　试验方法：试验在河南省卫辉市狮豹头乡李沿沟村进行。试验设水平线偏振光、垂直线偏振光和非偏振光 3 个处理，每处理 3 个重复，偏振光诱虫灯由偏振片包在灯管外面制成。用变阻器调节诱虫灯的光强度一致。每重复 3 台诱虫灯在麦田中成三角形排列，相距约 15 m。诱虫灯高度可以调节，本试验设置灯高约 160 cm。灯管为 15 W 近紫外蓝光灯，灯管下 50 cm 处固定一个支架，架子下方挂两块黄色粘虫板。

每天早上统计黄色粘虫板上的麦红吸浆虫数和其他昆虫种类和数量，然后按顺时针调换 3 台灯的位置，每天更换 1 次。田间诱集从 2012 年 6 月 19 日到 7 月 19 日，共 31 d。

1.4　数据处理

采用 Excel 软件和 SPSS16.0 数据处理系统进行试验数据统计分析。室内测试结果采用 Mann-Whitney *U* 测验，田间不同光源间诱集试验结果差异显著性采用 *F* 测验，多重分析采用 LSD 测验。

2　结果与分析

2.1　麦红吸浆虫对线偏振光与非偏振光的选择效果

麦红吸浆虫对水平线偏振光的趋光选择率结果如表 1 所示，麦红吸浆虫趋向光源的比率为 67.54% ±2.78%，留在主臂中未选择的比率为 32.46% ±2.78%，其趋光选择率明显大于未选择率（$P<0.05$）。其中麦红吸浆虫对线偏振光的趋光率（47.23% ±3.30%）明显大于非偏振光（20.31% ±2.27%）（$P<0.05$）（表 2）。由此可以推测，相对于非偏振光即普通光源来说，麦红吸浆虫对线偏振光具有一定的偏好性。

2.2　线偏振光诱捕装置对麦红吸浆虫的诱集效果

紫外线偏振光与非偏振光对麦红吸浆虫的田间诱集效果结果如表 3 所示，3 种光源对麦红吸浆虫的

表 1　麦红吸浆虫成虫的趋光选择率

Table 1　Selection rate of *Sitodiplosis mosellana* adults to light

	趋光选择 Selection to light	未选择 Non-selection to light	*P*
选择率（%）Selection rate	67.54 ±2.78 *	32.46 ±2.78	0.03

表中数据为平均值 ± 标准误，同行具有星号者表示两处理之间差异显著（$P<0.05$，Mann-Whitney *U* 测验）。表 2 同。Data in the table are mean ± *SE*. The asterisk following the data in the same row indicates significant difference（$P<0.05$，Mann-Whitney *U* test）. The same for Table 2.

表 2　麦红吸浆虫成虫对线偏振光与非偏振光的趋光率

Table 2　Phototatic rate of *Sitodiplosis mosellana* adults to linearly polarized and unpolarized light

	线偏振光 Linearly polarized light	非偏振光 Unpolarized light	*P*
趋光率（%）Phototatic rate	47.23 ±3.30 *	20.31 ± 2.27	0.00

表 3　偏振光与非偏振光诱捕装置对麦红吸浆虫成虫的诱集效果

Table 3　Trapping efficiencies of linearly polarized and unpolarized light trap to *Sitodiplosis mosellana* adults

光源 Light source	诱集量（头/板・日）Trapping quantity（number of individuals/board·day）
水平线偏振光 Horizontal linearly polarized light	60.20 ±12.10 a
垂直线偏振光 Vertical linearly polarized light	37.60 ±8.50 ab
非偏振光 Unpolarized light	25.60 ±5.30 b

表中数据为平均值 ± 标准误，同列数据后不同字母者表示处理之间差异显著（$P<0.05$，LSD 测验）。Data in the table are mean ± *SE*. Different small letters following the data in the same column indicate significant difference（$P<0.05$，LSD test）.

的诱集量（头/板・日）依次为：水平线偏振光（60.20 ±12.10）> 垂直线偏振光（37.60 ±8.50）> 非偏振光（25.60 ±5.30），且水平线偏振光灯的诱集量与非偏振光源具有显著性差异（$P<0.05$）。由此可以看出，相对于紫外非偏振光紫外水平线偏振光对麦红吸浆虫具有较强的诱集效果。

3　讨论

本研究显示，与非偏振光相比，麦红吸浆虫对线偏振光具有较明显的偏好性。田间紫外线偏振光诱捕装置的诱集结果同样发现，水平线偏振紫外光诱捕装置对麦红吸浆虫的诱集效果明显大于非偏振光。这些结果表明，麦红吸浆虫具有一定的趋线偏

振光的特性。

Horváth 等(2011)研究发现水生昆虫摇蚊雌虫对水平线偏振光表现更强的趋向性,Danthanarayana 和 Dashper(1986)研究也发现,与其他光相比双翅目昆虫尤其是摇蚊科昆虫对水平线偏振光趋性更强。麦红吸浆虫则是由水生昆虫衍生而来的,本研究发现,麦红吸浆虫具有和摇蚊同样的趋线偏振光的特性,这与前人的研究结论一致。

麦红吸浆虫是我国重要的小麦害虫之一,因此,其趋线偏振光特性的发现,不仅具有一定的理论意义,在麦红吸浆虫的监测和防治方面也具有一定的应用价值。目前麦红吸浆虫的监测主要采用黄色粘板(Oakley *et al*., 1998; Lamb *et al*., 2002; 武予清等, 2009),也有采用紫外或黑光灯监测(陈华爽等, 2011),而黄色粘板只能在日间诱集吸浆虫,紫外和黑光灯只能在夜间,另外由于黑光灯诱虫的广谱性,会杀伤大量的天敌和中性昆虫,对生态多样性造成一定程度的破坏。在麦田利用紫外线偏振光诱虫时我们发现,与单纯的紫外光灯相比,线偏振紫外光诱集到的天敌和中性昆虫的种类和数量明显减少,原因可能是这些天敌和中性昆虫并不喜好线偏振光所致,表明水平线偏振紫外光在麦红吸浆虫监测和防治上具有潜在的应用和推广前景。

然而,受试验条件的限制,本研究如室内研究时,没有区分水平和垂直线偏振光,在田间诱集试验中亦未对所诱到的中性和天敌昆虫进行详细鉴定。因此,本研究尚属初步研究结果,更详尽的结论和田间诱集效果有待进一步验证和研究。

参考文献 (References)

Chen HS, Wu YQ, Miao J, Yu ZX, Duan Y, Jiang YL, Du ZB, 2011. The amount and sex-ratios of trapped wheat orange midge *Sitodiplosis mosellana* adults by black-light lamp. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(6): 1770 - 1774. [陈华爽, 武予清, 苗进, 郁振兴, 段云, 蒋月丽, 都振宝, 2011. 黑光灯诱集麦红吸浆虫成虫的数量及性比的变化. 应用昆虫学报, 48(6): 1770 - 1774]

Danthanarayana W, Dashper S, 1986. Response of some night-flying insects to polarized light. In: Danthanarayana W ed. Insect Flight: Dispersal and Migration. Springer, Berlin Heidelberg, New York. 120 - 127.

Horváth G, Móra A, Bernáth B, Kriska G, 2011. Polarotaxis in non-biting midges: female chironomids are attracted to horizontally polarized light. *Physiol. Behav.*, 104: 1010 - 1015.

Jiang YL, Guo YY, Wu YQ, Duan Y, Miao J, Gong ZJ, Li T, 2012. Advances on response and perception mechanisms of insects to polarized light. *Acta Entomologica Sinica*, 55(2): 226 - 232. [蒋月丽, 郭予元, 武予清, 段云, 苗进, 巩中军, 李彤, 2012. 昆虫对偏振光的响应及感受机理研究进展. 昆虫学报, 55(2): 226 - 232]

Lamb RJ, Wise IL, Gavloski JE, Olfert OO, 2002. Making control decisions for *Sitodiplosis mosellana* (Diptera: Cecidomyiidae) in wheat (Gramineae) using sticky traps. *Can. Entomol.*, 134(6): 851 - 854.

Liatukas Ž, Ruzgas V, Šmatas R, 2009. *Sitodiplosis mosellana* - a new winter wheat pest in Lithuania. *Ekologija*, 55 (3 - 4): 215 - 219.

Oakley JN, Cumbleton PC, Corbett SJ, Saunderst P, Green DI, 1998. Prediction of orange wheat blossom midge activity and risk of damage. *Crop Protection*, 17(2): 145 - 149.

Qiao RH, 2007. Reason analysis of wheat midge's distinct upward trend in the South of Shanxi province and its prevention countermeasures. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, (6): 87 - 89. [乔日红, 2007. 山西南部地区小麦吸浆虫显著回升原因分析及防治对策. 山西农业科学, (6): 87 - 89]

Warrant EJ, Cronin TW, Johnsen S, Marshall NJ, 2014. Visual Ecology. Princeton University Press, Princeton. 1 - 178.

Wise IL, Lamb RJ, 2004. Diapause and emergence of *Sitodiplosis mosellana* (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasitoid *Macroglenes penetrans* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Can. Entomol.*, 136: 77 - 90.

Wu YQ, Miao J, Duan Y, Jiang YL, Gong ZJ, 2011. Research and Control of Orange Wheat Blossom Midge. Science Press, Beijing. [武予清, 苗进, 段云, 蒋月丽, 巩中军, 2011. 麦红吸浆虫的研究与防治. 北京: 科学出版社]

Wu YQ, Zhao WX, Jiang YL, Duan Y, 2009. Monitoring on adults of *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) with yellow sticky traps. *Acta Phytophylacica Sinica*, 36(4): 381 - 382. [武予清, 赵文新, 蒋月丽, 段云, 2009. 小麦红吸浆虫成虫的黄色粘板监测. 植物保护学报, 36(4): 381 - 382]

Yu ZX, Wu QK, Wu YQ, Yan FM, Li YG, Cai PF, 2011. Analysis of regional distribution of *Sitodiplosis mosellana* based on GIS. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 40(5): 124 - 127. [郁振兴, 吴乾坤, 武予清, 闫凤鸣, 李迎刚, 蔡朋飞, 2011. 麦红吸浆虫区域分布的 GIS 分析. 河南农业科学, 40(5): 124 - 127]

Zhang Z, Zhang YH, Cheng DF, Sun JR, Jiang JW, Yang LX, Liang XZ, 2012. Impacts of different tillage practices on population dynamics of the orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana* (Diptera: Cecidomyiidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55 (5): 612 - 617. [张智, 张云慧, 程登发, 孙京瑞, 蒋金炜, 杨龙显, 梁相志, 2012. 耕作方式对麦红吸浆虫种群动态的影响. 昆虫学报, 55(5): 612 - 617]

(责任编辑: 赵利辉)